République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture
Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles

Direction de la planification du suivi et de l'évaluation des programmes de recherche

FORMULAIRE DE PROPOSITION D'UNE ACTION DE RECHERCHE (AR)

N° de la fiche d'action de recherche N° 1
Selon les termes de références

1- Identification de l'AR :

1.1 Intitulé : Traitement des dattes à l'air chaud pour le contrôle des pyrales

1.2 Coordinateur de l'AR

Nom El Moueddeb
Prénom Khaled
Etablissement: Ecole Supérieure des Ingénieurs de l'Equipement Rural de Medjez-El-Bab

1.3 Equipe de chercheurs

1.3.1 Chercheurs appartenant aux établissements relevant de l'IRESA

Nom et Prénom	Grade	Etablissement
Sihem Bellagha	**Professeur**	**INAT**
Jemel Mejri	**Maître Assistant**	**ESIER**
Mehdi Turki	**Maitre Assistant**	**ESIER**
Chabbouh Mariem	**Assistant**	**ESIER**

1.3.2 Autres chercheurs ne relevant pas de l'IRESA

Nom et Prénom	Grade	Etablissement
Maher Trigui	**Maitre Assistant**	**Inst. Bio Technologique de Monastir**

1.4 Partenaires

1.4.1 Partenaires du développement

Organisme : Structure de développement / vulgarisation chargé de transmettre les acquis aux groupes cibles, ex OEP, GIL etc
Nom vis à vis et fonction : indiquer le nom et la fonction de la personne responsable du programme au sein de l'organisme

Organisme	Réf : convention (*)	Nom vis à vis	Fonction
Chambre Syndicale Nationales des Exportateurs de Fruits, Légumes et Dattes			
Centre Technique des Dattes			

(*) *joindre une copie de la convention*

1.4.2 Bénéficiaires

Organisme : Structure susceptible d'être intéressée par les résultats de la recherche mais non impliquée dans la réalisation des activités de recherche
Groupe cibles …. : indiquer le type d'utilisateur potentiel des résultats de recherche (éleveurs, agriculteurs, SMVDA, Office..)

Partenaires bénéficiaires	Groupe cible(s), bénéficiaire(s) potentiels des résultats
GIAF	

2- Description de l'AR

2.1 Problématique

- *Présenter les problèmes en mettant en relief la perception des responsables du développement*
- *Indiquer les références éventuelles appuyant cette problématique, notamment les stratégies et plans de développement, les séminaires nationaux, les conjonctures etc ……*
- *Terminer en précisant comment la proposition de recherche pourrait elle apporter une réponse au problème posé ?*

La Tunisie est le onzième pays producteur de dattes, avec une production estimée à 86 milles tonnes pour une année normale. Cette production est composée de 56 % des dattes "Deglet-Nour" et 44 % de dattes communes. La plupart de cette production est exportable en raison de sa qualité très appréciée, qui fait de la Tunisie le premier pays exportateur de dattes en valeur exportée.

La part de l'économie basée sur l'exportation des produits agricoles en Tunisie est considérable. La part de l'exportation des dattes a également une importance considérable. Cependant le marché mondial présente aujourd'hui des exigences qui peuvent être des contraintes à l'exportation ou mener vers un abaissement de la valeur des produits tels que les dattes. Les normes imposées par les importateurs doivent être respectées. Parmi ces normes, la plus contraignante est la limite du pourcentage de dattes infestées par les pyrales, pouvant entrainer le refus du produit, si elle n'est pas respectée. Des pertes économiques importantes liées aux non remboursement des frais de transport et aux sanctions de non-respect des accords peuvent être générées. Pour toutes ces raisons, le traitement des dattes avant l'exportation est essentiel pour contrôler l'infestation par les pyrales.

En Tunisie et au Maghreb en général, diverses espèces de pyrales peuvent attaquer les fruits des dattes. Le principal insecte ravageur est *Ectomyelois ceratoniae* . L'infestation des dattes au champ et dans les aires de stockage déprécie énormément la qualité marchande des dattes et risque de compromettre les exportations notamment celles de la variété Deglet Nour. Cet insecte entraîne jusqu'à 20 % de perte de dattes ' Deglet Nour ' en Tunisie (Khoualdia O et al.) et jusqu'à 30 % au Maroc (Bouka h. et al., 2001) par infestation alors que les normes européennes exigent des taux inférieurs à 5%. Les règlements phytosanitaires dans plusieurs marchés internationaux nécessitent alors des traitements post récoltes pour contrôler les pyrales des dattes.

En Tunisie la désinsectisation des dattes est conduite jusqu'à présent par l'emploi du bromure de méthyle, la toxicité élevée de ce gaz a réduit substantiellement le temps d'exposition des dattes, et par voie de conséquence les volumes traités. Le remplacement de ce produit devient une nécessité urgente dans la mesure où son utilisation ne sera plus autorisée d'ici 2015.
Les traitements thermiques conventionnels gagnent en popularités pour remplacer la fumigation chimique. Ces traitements thermiques sont à flux d'air chaud ou de vapeur d'eau. Étant donné que le mécanisme de chaleur est simple et le processus peut être facilement contrôlé, de nombreuses études sur différents types de fruits et d'espèces d'insectes ont été effectués en utilisant différents traitements thermiques seuls ou en combinaison avec les conditions de stockage à froid ou contrôlées (Sharp et al., 1991 ; Toba et Smith, 1991 ; Sharp, 1993 ; Neven, 1994).

Hassan Bouka H., M. Chemseddine, M. Abbassi et J. Brun; **2001**. La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud-Est du Maroc. Fruits / Volume 56 / Issue 03 / 2001, pp 189 - 196

Khoualdia o., J.P. Marro. La Pyrale des dattes : essai de lutte biologique à l'aide de parasitoïdes. Rapport de synthèse d'atelier "Lutte biologique dans les oasis" CIHEAM - Options Méditerranéennes

Neven, L.G., 1994. Combined heat treatments and cold storage effects on mortality of fifth-instar codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 87, 1262–1265.

Sharp, J.L., Gaffney, J.J., Moss, J.I., Gould, W.P., 1991. Hot-air treatment device for quarantine research. J. Econ. Entomol. 84, 520–527.

Sharp, J.L., 1993. Heat and cold treatments of post-harvest quarantine disinfestation of fruit flies (Diptera: Tephritidae) and other quarantine pests. Fla. Entomol. 76, 212– 218.

Toba, H.H., Moffitt, H.R., 1991. Controlled-atmosphere cold storage as a quarantine treatment for nondiapausing codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) larvae in apples. J. Econ. Entomol. 84, 1316–1319.

<u>Mots clés :</u>	Dattes ; Deglet Noor	pyrales des dattes	infestation	traitement thermique

2.2 Travaux pertinents accomplis ou en cours dans le cadre de cette problématique

2.2.1 A l'étranger

Donner un bref historique des recherches menées à l'étranger autour de la même problématique et portant sur la même thématique envisagée dans la proposition en soulignant l'apport de ces recherches (notamment sur le plan méthodologique) , les possibilités d'adaptation à la Tunisie (méthodes et résultats)

Pour les propositions faites dans le cadre de recherches régionales (en réseau, UE, organismes internationaux …) préciser en quoi les recherches antérieures faites dans le domaine ne font pas double emploi pour la Tunisie .

Préciser en quoi la proposition de recherche est en cohérence avec ce qui précède .

Les insectes attaquant les dattes sont actuellement bien connus suite aux nombreuses études menées à ce sujet (Al-Bekr A.J., 1972 ; Barreveld, 1993). L'infestant prédominant est *Ectomyelois ceratoniae* Zell appelé aussi Myelois decolor. Il s'agit d'un petit papillon dont les chenilles infestent les dattes en palmeraie pour se développer dans le fruit au cours du stockage (Reynes M., 1997). La méthode la plus utilisée pour la désinsectisation est le traitement chimique par fumigation au bromure de méthyle qui donne de bons résultats avec un coût et une durée d'application acceptables, mais ce produit présente des effets indésirables sur l'environnement. Ils existent d'autres alternatives chimiques telle que la phosphine (PH3), mais leur pratique reste limitée par rapport au bromure de méthyle, peut-être, en raison de la durée d'application relativement longue (03 jours avec la phoshine). La désinsectisation par les traitements thermiques à l'eau chaude ou l'air chaud a été mentionnée par Dowson et Aten (1963) mais elle n'a pas connue d'utilisation industrielle. Il y a aussi la lutte biologique utilisant des ennemis biologiques des insectes de dattes qui est surtout utilisée en palmeraie or les dattes peuvent être attaquées en phase de pré stockage en magasin ou à l'air libre. La méthode des radiations ionisante et l'atmosphère contrôlée a été essayée en Iraq et en Arabie Saoudite (Ahmed M.S.H. et al., 1982 ; Al-Azawi A.F. et al., 1985).

Dans le souci d'apporter une alternative aux traitements chimiques Reynes M. (1997) a proposé une méthode de désinsectisation aux micro-ondes permettant de détruire les œufs et les larves du principal infestant (Myelois ceratoniae celler) par un traitement pendant deux minutes à une température de 65°C. L'auteur a étudié l'effet des micro-ondes sur les dattes après séchage et conclue une légère modification du pH (passant de 6.33 à 5.95) et de l'activité de l'eau (passant de

0.631 à 0.648) sans atteinte négative à la couleur, la texture et la saveur des dattes. Sur le plan des coûts du traitement l'auteur donne un prix par tonne de dattes traitées s'élevant à 14.0 FF (soient 2.13 Euros) contre 14.30 FF (soient 2.18 Euros) pour la fumigation au bromure de méthyle et propose l'utilisation industrielle de cette technique en continue avec les autres opérations de conditionnement des dattes. Cependant une autre étude économique portant sur les alternatives au bromure de méthyle dans le cas des amandes et les noix (Aegerter A.F. et Folwell R.J., 2001) a classé en plus cher l'irradiation aux rayons gamma avec un coût allant jusqu'à 14 fois celui du bromure de méthyle suivi de l'atmosphère contrôlée avec 256% et la phosphine avec 117% toujours comparativement au bromure de méthyle. Enfin il semble que la technique des micro-ondes est une alternative prometteuse, bien que des essais ont montrés que l'hétérogénéité des dattes en teneur en eau réduit l'efficacité de cette méthode. L'information sur sa mise en application industrielle n'est pas encore disponible d'autant plus que sa proposition en procédé continu avec les autres opérations de conditionnement semble ne pas être aisée et reste à vérifier.

Aegerter, A. F. and R. J. Folwell. 2001, Selected Alternatives to Methyl Bromide in the Postharvest and Quarantine Treatment of Almonds and Walnuts: An Economic Perspective. Journal of Food Processing and Preservation, 25(6), 389-410.

Al-Bekr Abdul-Jabbar, 1972. The date palm: A review of its past and present and the recent advances in its culture, industry and trade, 1085p. (Edition originale en arabe, imprimé en IRAK)

Ahmed M.S.H., Al-Hakkak Z.S., Ali S.R., Kadhum A.A., Hassan I.A., Al-Maliky S.K., Hameed A.A., Al_Aiali M.R.H., Salman A.J., 1982. Desinfestation of commercially baked dates, Zahdi variety, by ionizing radiation. Date Palm Journal, 1(2), 249-273.

Al-Azawi A.F., El-Haidari H.S., Aziz F.M., Al-Saud H.M., 1985. Effect of reduces atmospheric pressure with different temperature on Oryzaephilus Surinamensis (L.)(Coleoptera, Cucujidae). A pest of stored dates in Iraq.

Barreveld W.H., 1993. Date palm products, **FAO agricultural service bulletin n°101, Rome**

Dowson V. H. W. et Aten A., 1963. Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. Collection FAO, Rome, Cahier n°72, 1-394.

Reynes Max (1997). Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité phisico-chimiques de la datte. Thèse de doctorat de l'INPL.

2.2.2 En Tunisie

En particulier montrer en quoi la problématique posée ne trouve pas de réponses adéquates dans les résultats des recherches antérieures ?,
ou (et) en quoi la proposition de recherche rendra possible une valorisation de recherches antérieures ou en cours ? ,
ou encore préciser comment la recherche proposée sera possible en l'absence de toute recherche antérieure sur la thématique concernée (problématique nouvelle) ?
Si une recherche est en cours par ailleurs montrer leur complémentarité.

Développer des traitements thermiques efficaces pour contrôler les insectes dans les dattes est une tâche complexe qui implique la physiologie des fruits, de l'entomologie et la science de l'ingénierie. Une clé importante au développement de traitements de quarantaine thermique réussie est d'équilibrer la destruction complète d'insectes avec comme conséquence un impact thermique réduit sur la qualité du produit. L'efficacité pour développer des protocoles de traitement thermique, dépend donc de trois éléments importants :
(1) La connaissance de la sensibilité thermique des insectes ciblés; (2) Les principes du génie qui régissent la gestion de l'énergie thermique ; et (3) la compréhension des effets thermiques sur la qualité des dattes.

Il est essentiel d'avoir une connaissance claire de la sensibilité thermique intrinsèque des insectes indépendamment des méthodes de chauffage. La connaissance de l'énergie thermique minimale requise pour tuer les insectes sur une plage de température relativement large devrait fournir la flexibilité pour la conception du processus thermiques. Une bonne compréhension des principes techniques fondamentaux qui régissent les divers moyens de transfert d'énergie vers et dans les produits à traiter est tout aussi importante. Les informations sur la résistance thermique des insectes ciblés doivent être combinées avec les théories de transfert de chaleur et des données sur la qualité du produit pour amener à l'élaboration de protocoles de traitement thermique efficace. Ces protocoles fournissent l'information sur l'énergie nécessaire pour contrôler les insectes cibles tout en minimisant l'impact négatif sur la qualité des produits traités.

De nombreux traitements ont été utilisées pour contrôler les dommages post récolte et les réactions indésirables de brunissement enzymatiques dans les produits alimentaires. Pour prévenir ou réduire ce phénomène, le traitement thermique

des dattes constituent une technique de traitement prometteuses qui s'est avérée efficace dans l'inactivation de polyphénol oxydase et peroxydase et en réduisant ou stabilisant les phénoliques totaux qui sont le substrat de ces enzymes. La période de temps de 20 min était nécessaire pour inactiver les enzymes et s'est avéré non agressive comparée à d'autres traitements tels que l'échaudage dans l'eau bouillante (Khali M. et coll. 2007). En utilisant le dosage correct, le traitement thermique de la datte peut être très utile pour lui fournir la sécurité de quarantaine requise et contrôler les modifications destructives au cours du stockage ultérieur.

Un autre effet avantageux des traitements thermiques peut être remarqué. Un traitement à haute température pour une courte période, souvent à la fin de l'hydratation, avec un mouvement vigoureux de l'air fera apparaître une cire sur la surface de la datte. Une période de 5 minutes à 130-140 ° C est recommandée pour Deglet Noor (Hannachi I. 2007).

El Moueddeb et al., 2011 ont étudié la méthode traitement thermique convectif pour la préservation de la datte contre la dévastation causée par la pyrale des dattes. Ces études ont été menées pour déterminer les couples de combinaisons de temps et températures des traitements pour tuer la pyrale des dattes en stade L5 *(Ectomyelois ceratoniae)* et de modéliser les paramètres de conception d'une unité de traitement thermique de travail à un débit continu. Il a été montré que les larves exposées à des combinaisons de température-temps variant entre (110 ° C, 3,5 minutes) et (60 ° C, 6 min) avaient 100 % de mortalité. Les paramètres de conception ont été modélisés pour une machine de traitement à flux continu en relation avec les débits des dattes et les températures de traitement requis.

Hannachi Ibtissem, 2007 ; Memoire : Etute de transfert couplé dans une cavité contenant un produit granulaire avec une source de chaleur : cas de fermentation. Application agroalimentaire. Université de Batna, Faculté des Sciences de l'ingénieur, Département de Mécanique.

2.2.3 Références bibliographiques

Se contenter au maximum des cinq (5) principales références, en indiquant si possible les coordonnées des sites où elles sont disponibles, pour permettre éventuellement un accès rapide si les besoins s'en font sentir

El Moueddeb K., Bouchendira M. et Barbana I. 2011. Désinsectisation des dattes ″deglet Ennour″ par traitement thermique à l'aide de l'air chauffé et recirculé. Microbiologie Hygiène Alimentaire , Vol. 23 – No 66, 03/2011. Soociation africaine de microbiologie et Hygiène Alimentaire.

Zouba, A., Jmoui, M., Chermiti, B., Msetra, A., and Bouabidi, H. 2013. Hot air treatment for postharvest control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae*. Tunisian Journal of Plant Protection 8: 23-32.

Hassan Bouka[a], Mohamed Chemseddine[b], Mohamed Abbassi[c] and Jacques Brun[d] ,2001. La pyrale des dattes dans la région de Tafilalet au Sud-Est du Maroc =The date moth in the area of Tafilalet in the southeast of Morocco. Fruits , 2001, vol. 56, n°3, pp. 189-196 .

Khali Mustapha, Selselet-Attou Ghalem, 2007 . Effect of heat treatment on polyphenol oxidase and peroxidase activities in Algerian stored dates. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (6), pp. 790-794, 19 March, 2007. Disponible en ligne à http://www.academicjournals.org/AJB. ISSN 1684–5315. Journal Academique

Neven, L.G., 1994. Combined heat treatments and cold storage effects on mortality of fifth-instar codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 87, 1262–1265.

S. Wang, X. Yin, J. Tanga,, J.D. Hansen , 2004. Thermal resistance of different life stages of codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Stored Products Research 40 (2004) 565–574

Sharp, J.L., Gaffney, J.J., Moss, J.I., Gould, W.P., 1991. Hot-air treatment device for quarantine research. J. Econ. Entomol. 84, 520–527.

2.3 Objectifs

2.3.1 Objectif global

Indiquer l'objectif qui permettrait d'apporter des réponses à la problématique posée dans 2.1
Cet objectif est unique et ne peut en aucun cas être confondu avec le résultat attendu

Le principal objectif de ce projet est l'étude de la faisabilité industrielle du traitement thermique conventionnel à l'air chaud forcé pour contrôler la pyrale des dattes *(Ectomyelois ceratoniae)* et de paramétrer la conception d'une unité de traitement thermique fonctionnant à flux continu.

2.3.2 Objectifs spécifiques

Indiquer les objectifs immédiats reflétant les résultats attendus par cette action de recherche

Les objectifs spécifiques sont :

1) la confirmation des résultats sur les paramètres de la sensibilité thermique de la pyrale des dattes;
2) la détermination des effets thermiques sur les caractéristiques physico-chimiques des dattes.
3) évaluation et optimisation des principes du génie qui régissent la gestion de l'énergie thermique ;
4) développement d'un scénario de conseils pour aider le responsable à prendre les décisions l'amenant vers le savoir-faire du traitement des dattes à l'air chaud
5) Etude technico-économique du procédé fonctionnant à flux continu

2.4 Activités

N° d'ordre de l'activité	Intitulé de l'activité	Chercheur (s) Disponible (s)	Techniciens Disponibles
1	Détermination du temps de destruction thermique de la pyrale des dattes et détermination de la sensibilité physico-chimiques des dattes au traitement thermique	Bellagha Sihem, Mejri Jamel & Chabbouh Mariem	
2	Modélisation des procédés de transfert thermiques et des relations entre les paramètres de destruction thermique des pyrales des dattes	El Moueddeb Khaled, Trigui Maher	
3	Conception , fabrication et asservissement de l'unité de pilote de traitement des dattes	El Moueddeb Khaled, Mehdi Turki, Chtourou Wejdi	
4	Essai et optimisation du l'unité pilote de traitement	El Moueddeb Khaled Trigui Maher	
5	Essais de performances de l'unité pilote	El Moueddeb Khaled, Sihem Bellagha, Mehdi Turki, Chtourou Wejdi	

2.5 Méthodologie

Décrire brièvement la méthodologie qui sera suivie pour toutes les activités dans le déroulement des opérations de recherche et indiquer si possible les techniques à utiliser

a) Culture de pyrale pour l'expérimentation
b) Détermination du temps de destruction thermique de la pyrale des dattes
c) étude et modélisation des phénomènes de transfert de chaleur au niveau des dattes traitées.
d) Etude de l'influence physique des traitements thermiques sur les dattes
e) Etude de l'influence chimique des traitements thermiques sur les Dattes
f) modélisation des procédés thermiques
g) élaboration des premiers drafts, schémas et scénarios

h) Conception et installation d'unités expérimentales pilote de traitement des dattes.

i) vérification de la conception et optimisation des solutions retenues.

j) établissement du dossier de fabrication.

k) fabrication et acquisition des pièces, assemblage et vérifications.

l) essais fonctionnels, mise en service et analyse des résultats.

m) élaboration des essais.

n) expérimentation et validation des modèles développés.

o) améliorations à apporter à la lumière des résultats des essais.

p) essais de la deuxième version.

q) étude pour le développement de stratégie de traitement dattes.

r) analyse pour le développement et l'adaptation de nouvelles unités industrielles de traitement des dattes.

2.6 Plan d'opération

2.6.1 Calendrier d'exécution prévisionnel des activités

Date de démarrage : indiquer la date de démarrage pour chaque activité (mois/année), la première date est considérée comme date de démarrage de toute l'action de recherche
Stations d'expérimentation
Laboratoire d'expérimentation

N° d'ordre de l'activité	Date Démarrage Mois/année	Stations	Laboratoires
1	Novembre/2013	INAT	
2	Fevrier/2014	ESIER	
3	Mars/2014	ESIER	
4	Octobre/2014	ESIER	
5	Octobre/2015	ESIER/INAT	

2.6.2 Besoins en Techniciens et en main d'œuvre (mois/homme) :

Techniciens et ouvriers spécialisés: mettre leur effectif par composante suivant disponibles ou à recruter

N° d'ordre de l'activité	Techniciens		et ouvriers spécialisés		Main d'oeuvre	
	D	**R**	**D**	**R**	**D**	**R**
1		12				
2						
3		9				
4		4				
5		5				
Total		30				

(*) D = Disponible R = à recruter

3- Résultats attendus

N° d'ordre de l'activité	Résultat attendu	Date probable D'obtention
1	Caractéristiques et effets des traitement sur les dattes	Décembre/2014
2	Modèles de transfert de chaleurs dans les dattes et de leur sensibilité thermiques ainsi que ceux des destructions thermiques des pyrales des dattes.	Décembre/2014
3	Unité expérimentale pilote de traitement des dattes	Juin/2015
4	Optimisation de l'opération de l'unité de traitement des dattes	Juin/2015
5	Mode d'emploi pour le traitement de désinsectisation des dattes par air chaud et étude technico-économique du procédés du traitement	Décembre/2015

4- Budget de fonctionnement

N° d'ordre de l'activité	Objet	Total	Montant **en DT**			
			Année 1	**Année 2**	**Année 3**	**Année 4**
1	Personnel Occasionnel	6000	3000	3000		
	Carburant ; réparation véhicules,	4000	2000	2000		
	Missions et Stages ; Documentation	6000	2000	4000		
	Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers	6000	3000	3000		
2	Personnel Occasionnel					
	Carburant ; réparation véhicules,					
	Missions et Stages ; Documentation					
	Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers	1500	1500			
3	Personnel Occasionnel	4500	1500	3000		
	Carburant ; réparation véhicules,	2000	1000	1000		
	Missions et Stages ; Documentation					
	Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers	10000	6000	4000		
4	Personnel Occasionnel	2000		2000		
	Carburant ; réparation véhicules,					
	Missions et Stages ; Documentation					
	Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers	3000		3000		
5	Personnel Occasionnel	3000		3000		
	Carburant ; réparation véhicules,	2000		2000		
	Missions et Stages ; Documentation	3000		3000		
	Consommable et PM ; Sous traitance ; Divers	1000		1000		
	Total	54000	20000	34000		